

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Conference Paper, Published Version

**Aigner, Detlef; Martin, Herbert; Mathias, Andreas**

## **Chemikalieneinmischung Wasserwerk Wienrode - numerische und physikalische Modelluntersuchungen**

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

**Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische  
Hydromechanik**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/103778>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Aigner, Detlef; Martin, Herbert; Mathias, Andreas (2008): Chemikalieneinmischung Wasserwerk Wienrode - numerische und physikalische Modelluntersuchungen. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Aktuelle Forschungen im Wasserbau 1993 - 2008. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 36. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 147-150.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



## **Chemikalieneinmischung Wasserwerk Wienrode - numerische und physikalische Modelluntersuchungen**

### **Einleitung**

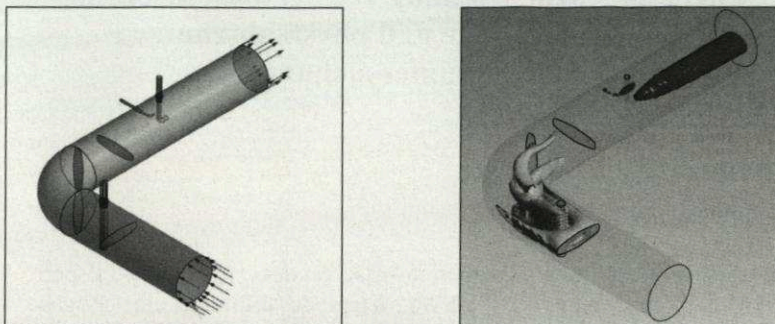
Die Aufbereitung des Talsperrenwassers der Rappbode-Talsperre zu Trinkwasser im Wasserwerk (WW) Wienrode erfordert eine Zugabe von Kohlendioxid und Kalkwasser. Diese Chemikalienzugabe hat einerseits das Ziel, den pH-Wert in den vorgeschriebenen Grenzen einzustellen und andererseits den Mindestgehalt an Kalzium im Trinkwasser zu gewährleisten. Die Zugabe des mit  $\text{CO}_2$  angereicherten Teilstromes von ca. 3,6 % des Rohwassers erfolgt über eine Dosierlanze in die Reinwasserleitung (DN 1000). Etwa 1,9 m danach wird Kalkwasser mit einer Konzentration von 1,2 g/l über eine Grob- und Feindosierung (95 % und 5 %) über Dosierlanzen mit einem Anteil von ca. 2 % des Volumenstromes dem Rohwasser zugeführt. Aufgrund der schlechten Einmischung der Chemikalien und des kurzen Abstandes zwischen den Dosierstellen kommt es zur Abscheidung von Kalkstein und damit zum Zusetzen der Reinwasserleitung. Um zukünftig den hohen Aufwand zur Reinigung der Leitung zu vermeiden, wurde bis zur geplanten Großreparatur das Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik der TU Dresden mit der Untersuchung und Optimierung der Chemikalieneinmischung beauftragt.

Ausgehend von der Betrachtung des Ist-Zustandes, der Aufgabenstellung des Auftraggebers (AG) zur „Optimierung der Kohlendioxid- und Kalkwasserdosierung im WW Wienrode“ und einer Studie der Fachhochschule Köln zur „Verbesserung der Vermischung bei der Natronlagedosierung“ von Heinemann und Liebrecht wurden insgesamt 5 Varianten an einem physikalischen Modell der Reinwasserleitung (DN 200) und etwa 33 Varianten an einem numerischen Modell untersucht. In enger Abstimmung mit dem Auftraggeber erfolgten Veränderungen zum Aufbau und zur Anordnung der Dosierlanzen, zur Konstruktion und Anordnung von Einbauten und zum Einbau industriell angebotener statischer Mischer.

Als Ursache für die Karbonatausfällung konnte die ungünstige Einleitung der Chemikalien, die schlechte Vermischung des Kohlendioxids und damit der hochkonzentrierte Kontakt mit dem Kalkwasser sowie der direkte Stoffkontakt des Kalkwassers mit der Rohrwand ermittelt werden. Die Veränderung und



Optimierung der Mischstrecke erfolgte schrittweise und wechselseitig zwischen numerischen Voruntersuchungen und physikalischer Modellbestätigung.



**Abbildung 1** Vorzugsvariante Aufbau und numerische Simulation

Das führte zu folgenden Vorschlägen für eine Veränderung der Chemikalien-einmischung im WW Wienrode:

- Verbesserte Dosierung der CO<sub>2</sub>-Zugabe mittels perforierten Rohrs über  $\frac{3}{4}$  des Durchmessers des Reinwasserkanals,
- Optimierung der CO<sub>2</sub>-Vermischung durch feste Einbauten vor und hinter der Dosierstelle zur Erzeugung zusätzlicher Turbulenz,
- Verlagerung der Kalkwasserzugabe in seiner ursprünglichen Form als Rohrkrümmer aber Ausmündung in Strömungsrichtung,
- Anordnung der Feindosierung seitlich neben der Grobdosierung mit Ausmündung in Strömungsrichtung,
- Verbesserung der schnellen CO<sub>2</sub>-Einmischung durch Einbauten zur Turbulenzerhöhung vor der Kalkmilchzugabe aber in genügendem Abstand zur Vermeidung eines rückwirkenden Sogeffektes.

### Physikalischer Modellversuch

Das geometrisch ähnliche Modell des zu untersuchenden Teils der Reinwasserleitung wurde im Hubert-Engels-Labor der Technischen Universität Dresden aufgebaut. Das Modell der Reinwasserleitung bestand aus Plexiglas (DN 200) mit einem Innendurchmesser von 192 mm. Der Wasserkreislauf wurde durch eine frequenzgesteuerte Tauchpumpe im Rücklaufkanal des Labors realisiert. In der Steigleitung zwischen Pumpe und Modellleitung befand sich ein induktiver Durchflussmesser. Am Ende der Modellleitung war ein nach oben gerichteter Krümmer angeordnet, so dass die Modellleitung immer unter Druck stand.



Der Zulauf zu den Dosierlanzen erfolgte über einen Direktanschluss zum Wasserkreislauf bzw. über eine separate Tauchpumpe. Die Zugabe der Farb- bzw. Salztracer war über ein Vereinigungsstück mit Vorratsbehälter vor der Dosierlanze möglich. Die Einstellung und Kontrolle der Teilströme (3,6 % Kohlendioxidwasser bzw. 2 % Kalkwasser) wurde durch eine separate Durchflussmessung der Teilströme mit einer Ultraschall-Laufzeitmessung (Clamp-On-Verfahren) realisiert. An einer Messharfe, angeschlossen an Druckstutzen am Rohr, konnte der Druckverlust abgelesen werden. Die Vermischung (Konzentration) wurde visuell beobachtet bzw. durch Widerstandsmessung an 16 ringförmig angeordneten Messstellen und an zwei Querschnitten nach der Einmischung gleichzeitig erfasst. Mit dieser Methode konnten auch turbulente Schwankungen ermittelt werden.

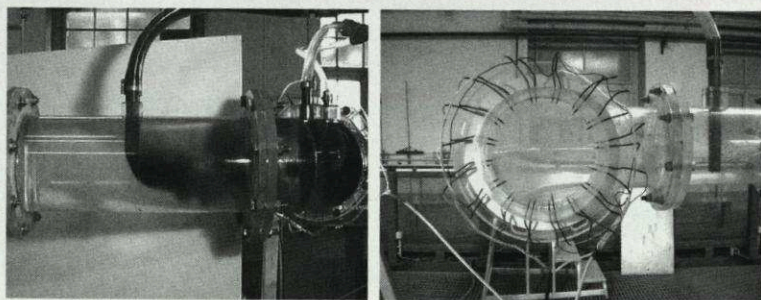


Abbildung 2 Tracer-Zugabe, Widerstandmessung (ringförmig)

### Numerische Modellierung

Im Vorfeld bzw. parallel zu den Untersuchungen am physikalischen Modell wurden numerische Untersuchungen mit dem 3D-Programm Ansys-CFX11 durchgeführt.

Das numerische Modell des Abschnittes der Reinwasserleitung wurde in Originalgröße nachgebildet. Die einzelnen Varianten umfassten die für das Modell relevanten begrenzten Bereiche. Als Randbedingungen wurde eine glatte Wand im Modell definiert. Die Randbedingung der Zuläufe war der entsprechende Massenvolumenstrom, wobei die Stoffe Wasser,  $\text{CO}_2$ -Wasser und Kalkwasser mit gleichen Stoffeigenschaften angenommen wurden, da sie in der Natur entsprechend verdünnt wurden, aber als Stoff unterschieden wurden. Am Auslauf erfolgt eine Festlegung des Druckes. Zur Berechnung wurde ein k-e-Turbulenzmodell genutzt. Es wurde stationär gerechnet. Für eine Untersuchung der turbulenten Schwankungen vor der Kalkmilchzugabe bei vorgelagerter horizontaler Blende erfolgte eine instationäre Berechnung.



## Ergebnisse

Durch numerische Voroptimierung und anschließende Weiterentwicklung der Vorzugsvarianten im physikalischen Modell konnte eine den Anforderungen entsprechende Lösung gefunden werden. Die vertikale und horizontale Anordnung von mehreren scharfkantigen ovalen Blenden in der Rohrleitung führte zu einer Turbulenzerhöhung und damit einhergehend zu einem hohen Vermischungsgrad der einzumischenden Teilströme. Der Einbau von weiteren turbulenz erzeugenden Elementen (Einschnürring, Propellerelemente) bewirkte bei  $\text{CO}_2$ -Wasser eine vollständige Vermischung des Teilstroms. Bei Kalkwasser konnte auf einen unmittelbaren Kontakt mit turbulenz erzeugenden Einbauten verzichtet werden. Die horizontale Blende vor der Kalkwasser-Dosierung erzeugte eine Pendelströmung stromabwärts, die den Vermischungsvorgang unterstützte.

## Kontakt

Zeitraum:	April – Dezember 2007
Finanzierung:	Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz GmbH, Torgau
Projektleiter:	apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Detlef Aigner
Bearbeiter:	apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Detlef Aigner Dipl.-Ing. Herbert Martin, Dipl.-Ing.(FH) Andreas Mathias